Vorträge.

Der Zonen-Apparat am Mittagsrohre der Wiener Sternwarte.

Von dem w. M. **Karl v. Littrow.**

(Mit 1 Tafel.)

Das Mittagsrohr der Wiener Sternwarte wurde im J. 1836 an das damals in Venedig errichtete Observatorium des k. k. Marine-Collegiums zu einstweiliger Benützung überlassen. Eine Klausel in der betreffenden Urkunde liess das Instrument im J. 1852 nach Wien zurückkehren als das Marine-Collegium von Venedig nach Triest übertragen wurde. Ich musste wünschen, dieses an sich schöne Instrument (das Fraunhofer'sche Objectiv hat 54''' Öffnung) nicht brach liegen zu lassen. Bei der mangelhaften Beschaffenheit des Locales unserer Anstalt schien mir die Anstellung von Zonen-Beobachtungen das angemessenste Ziel. Ich ersuchte daher zunächst Herrn Director Lamont, der bekanntlich bereits vor längerer Zeit das Mittagsrohr der Bogenhausner Sternwarte in einen Zonenapparat umgestaltet und seither darüber zahlreiche Erfahrungen gesammelt hatte, um die Herstellung derjenigen Vorrichtungen, welche für diesen veränderten Zweck des Instrumentes nothwendig waren. Mit einer Bereitwilligkeit, für die ich mich zu aufrichtigem Danke verpflichtet fühle, übernahm unser verehrter College die ihm hierdurch zugemuthete Mühe und liess die Arbeit in der von uns vereinbarten Weise von der Werkstätte seiner Sternwarte ausführen. Im Frühjahre des Jahres 1854 gelangten die in München angefertigten Bestandtheile in meine Hände.

Wenn gleich damit das Wesentlichste für die dem künftigen Gebrauche des Instrumentes entsprechende Modification desselben gethan war, so konnte ich doch nicht umhin mehrere nicht unbedeutende Veränderungen vornehmen zu lassen, als mir selbst bei den ersten Versuchen das Ziel, welches ich mir stecken wollte, erst recht klar wurde. Nachdem der eigentlich mechanische Theil des Instrumentes

endlich ganz nach Wunsch hergestellt war, zeigte sich, dass, wollte ich nicht grossentheils längst bekannte Sterne nur eben wieder bestimmen, für eine Erhöhung der optischen Kraft des Fernrohrs oder vielmehr dafür gesorgt werden musste, die Beeinträchtigung derselben durch die bis dahin allgemein übliche Beleuchtung des Gesichtsfeldes zu vermeiden. Es begannen nun die Bestrebungen, ein völlig angemessenes System von lichten Fäden im dunklen Felde einzurichten, Bestrebungen deren Ergebnisse ich bereits an einem anderen Orte [1]) mitgetheilt habe.

Die Überbürdung der astronomischen Werkstätte des hiesigen polytechnischen Instituts mit Bestellungen jeder Art liess dieses Alles erst im Sommer 1856 zu Stande kommen. In dem ersten Jahre der Anwendung des ganzen Apparates haben mehr als 20.000 damit gemachte Bestimmungen dessen Zweckmässigkeit vollkommen erprobt, und ich darf annehmen, dass eine genauere Beschreibung der eigentlichen Zonenvorrichtung nicht ohne Interesse sein werde.

An dem östlichen Pfeiler *A* des Instrumentes (Fig. 1) ist den gewöhnlichen Theilen eines Mittagsrohres ein eiserner Rahmen *BC* beigefügt, welcher in Fig. 2 durch seine vordere Ansicht sich deutlicher darstellt. Um das Lager *DE* des Mittagsrohres nämlich sind zwei concentrische Kreise *F* und *G* angebracht, deren innerer am Pfeiler fest ist, während der äussere durch drei Schrauben *F*, *H*, *I* beliebig an den inneren Kreis geklemmt oder frei gelassen werden kann. An dem äusseren Kreise ist der Rahmen *BC* befestigt, und dreht sich folglich mit diesem um die Rotationsaxe des Instrumentes. Der Rahmen biegt sich bei *C* ab, wie man aus Fig. 1 sieht und setzt sich nach *K* fort. Hier trägt der Rahmen ein Mikroskop *LM*, das in seinem Innern eine kleine Theilung auf Glas enthält, die als Index dient. Eine breite eiserne Schiene *N*, die einerseits am äusseren Kreise *G*, andererseits am Endpunkte *K* des Rahmens fest ist, vermindert die Biegsamkeit dieses letzten im Sinne des Verticals. Angemessener noch wäre zu diesem Zwecke die breite Fläche des Rahmens parallel zur Ebene der beiden Kreise *F* und *G* gestellt, statt wie hier senkrecht darauf; nur die Schiene *N* hat hier die richtige Lage. Diese Schiene trägt in *O* eine Lampe an einem horizontalen,

---

[1]) Sitzungsberichte der kais. Akad. d. Wissensch. mathem.-naturw. Cl. 1856, März-heft. Eine kleine Ergänzung zu dieser Abhandlung findet man in der ersten hier folgenden Note.

um seine Axe leicht drehbaren Stifte, so dass die Lampe von selbst immer die gehörige senkrechte Stellung annimmt. Bei *B* ist die grössere Belastung des Rahmens, welche auf der entgegengesetzten, unteren Seite desselben stattfindet, durch ein Gegengewicht aufgehoben.

Am Fernrohre Fig. 1 ist bei *P* eine Theilung auf Glas in einer Weise angebracht, die aus Fig. 3 und Fig. 4 klar ersichtlich wird. In Fig. 3, der vordern Ansicht des Fernrohres in seiner Axe, stellt *QR* die an Reichenbach'schen Mittagsrohren überhaupt herkömmliche Einrichtung des Oculars dar, in *P* ist der Träger der Theilung durch zwei Schrauben an der Fassung des Rohres befestigt. Die obere dieser beiden Schrauben hat in dem Träger *P* einen kleinen Spielraum, der mittelst zwei Schräubchen *S*, *T* eine Drehung des ganzen Trägers sammt der Theilung um eine zur optischen Axe des Fernrohrs parallele Linie gestattet, somit in den Stand setzt, die Theilung *UV* so zu stellen, dass der Scheitelkreis senkrecht auf die Theilstriche steht. Bei *W* biegt sich der Träger der Theilung ab und hat hier, wie man besser aus Fig. 4 sieht, eine weitere Correctionsschraube, welche gelüftet die Theilung *U V* vom Mikroskope zu entfernen oder demselben zu nähern gestattet.

Hinter der Glastheilung ist am Fernrohr Fig. 1 ein bei *Y* drehbarer Spiegel *X* angebracht, welchem man demnach die rechte Stellung geben kann, um sowohl die Theilung *UV* Fig. 3, als den im Mikroskope befindlichen Index durch das Licht der Lampe *O* zu beleuchten. Das Mikroskop endlich, ein gewöhnliches Compositum, ist bei *Z* Fig. 1, wo es am Rahmen *CK* befestigt ist, mittelst kleiner hier weiter nicht sichtbarer Correctionsschrauben um eine zu seiner eigenen Axe parallele Linie drehbar, so dass die Striche des Index in gleiche Lage mit der Theilung *UV* Fig. 3 gebracht werden können.

Am westlichen Ende der Rotationsaxe wurde den Bestandtheilen des Passagen-Instrumentes die bekannte Einrichtung für mikrometrische Bewegung des Fernrohres im Verticale beigegeben. Die Hülse *a* um die Axe setzt sich in einen Arm *b* fort, der durch ein bei *c* über einer Rolle hängendes Gewicht *d* an einen Vorsprung der Mikrometerschraube *e* gedrückt wird; der Schlüssel *f* setzt in den Stand die Hülse *a* bei *g* mit der Rotationsaxe unveränderlich zu verbinden. Die Hebel der Gegengewichte *h* sind so modificirt, dass die Libelle, welche früher an die Axe gehängt wurde, bei nahe horizon-

taler Lage des Rohres auf dieselbe gestellt werden kann. In *i, k, l* sieht man den Stellkreis, Nonius- und Loupenträger. Bei *m* im Würfel des Rohres endlich zeigt sich der Stift, mittelst dessen die Beleuchtungs-Ellipse beliebig thätig oder unwirksam gemacht wird, um die dunklen Fäden sichtbar werden oder verschwinden zu lassen, so wie am Oculare bei *n* das Ende des Stabes, der im Innern des Rohres einen beliebig vor das kleine Objectiv der lichten Fäden vorzusteckenden oder zu entfernenden Schirm [1]) trägt, mittelst dessen man also dieses System abblenden oder erscheinen lassen kann.

Die Anwendung des Intrumentes in dieser seiner neuen Gestalt erhellt aus dem Obigen von selbst. Nachdem man das Fernrohr am Kreise *i* auf die Declination der zu beobachtenden Zone eingestellt hat, löst man die Schrauben *F, H, J* Fig. 2, und dreht den Rahmen *B C K* bis das Mikroskop vor der Mitte der Theilung am Rohre steht. Nun zieht man die Schrauben *F, H, J* wieder fest an, stellt den Spiegel *X* Fig. 1 so, dass Theilung und Index gut beleuchtet sind, rectificirt das Mikroskop bis das Bild der Theilung völlig scharf wird, und stellt diese so, dass die Indextheilung während man das Fernrohr auf- und abbewegt, überall gleichmässig in dieselbe fällt, und die Striche beider Theilungen einander parallel sind. Hat man endlich auch den Werth der Indextheilung durch Verschieben des Mikroskop-Objectives geändert bis der Index der gehörigen Zahl von Intervallen der Theilung genau entspricht, so ist das Instrument zur Beobachtung in den Stand gesetzt, und

---

[1]) Als ich den oben citirten Aufsatz: „Über lichte Fäden“ niederschrieb, wusste ich mir noch nicht zu erklären, woher es komme, dass der hier im Texte eben erwähnte Schirm nicht dazu tauge, die Helligkeit der lichten Fäden zu moduliren, da diese Fäden sich sofort verwaschen zeigten, wenn jener Schirm theilweise vorgeschoben wurde. Die Ursache dieser Erscheinung liegt nun offenbar in den kleinen Dimensionen der Linse, welche das Bild der Fäden im Brennpunkte des Fernrohres erzeugt; die Öffnung zwischen der Fassung der Linse und dem Schirme wird so zur Spalte, es treten Beugungsphänomene ein, welche jenem Bilde die nöthige Schärfe nehmen. Der Schirm ist demnach wirklich nur zu völliger Abblendung der lichten Fäden zu benützen. Für Zonenbeobachtungen, wo kein plötzlicher Beleuchtungswechsel in den lichten Fäden nöthig, hat solcher Mangel nichts zu sagen und ist leicht für jeden Abend durch gehörige Regelung der Lampe zu ersetzen. Beim Meridiankreise wurden zwischen Lampe und Pfeiler zwei keilförmige grüne Gläser eingeschaltet, die sich mittelst eines zum Beobachter reichenden Schlüssels über einander schieben lassen, und dann auch zur Regulirung der Beleuchtung des Gesichtsfeldes für die dunklen Fäden dienen.

braucht im Allgemeinen daran nichts verändert zu werden, so lange man in derselben Zone verweilt.

Man sieht, dass hier ein einziger Beobachter ohne sich vom Oculare des Fernrohres zu entfernen, Rectascension sowohl als Declination vollständig bestimmt. Die Arbeit geht so rasch von Statten, dass man durchschnittlich drei Positionen in der Minute liefert, wenn man sich für jeden Stern auf einen Fadendurchgang beschränkt.

Die Theilung umfasst beiläufig zwei Grade und hat auf diesem Raume 24 Intervalle, so dass ein Intervall nahe 5 Minuten gilt. Jedes Intervall der Theilung hat 10 Unterabtheilungen, deren eine also 30 Secunden umfasst. Der Index entspricht einem Intervalle der Theilung und hat selbst sechs Intervalle, lässt also unmittelbar 5 Secunden erkennen. Da man aber noch mit ziemlicher Sicherheit das Zehntel eines solchen Intervalles schätzt, so liest man eigentlich nahe $0\overset{s}{.}5$ ab. Unsicherheiten selbst von mehreren Einheiten der letzten Unterabtheilung liegen somit immer noch weit innerhalb der Grenzen von Declinationsbestimmungen bei Zonenbeobachtungen.

Was nun die Beobachtungsmethode selbst betrifft, so bin ich dabei von der Ansicht ausgegangen, das Princip der Differentialbestimmungen in seiner möglichsten Reinheit beizubehalten. Ich überzeugte mich bald, dass bei der ausserordentlichen Reichhaltigkeit des Materiales, das sich mir durch die lichten Fäden bot, Zonen von 2° Breite, für welche der Apparat ursprünglich eingerichtet ist, viel zu viel Spielraum hatten, um nur einigermassen vollständig die nun wahrnehmbaren Sterne zu beobachten, während im Gegentheile die dunklen Fäden bei derselben Zonenbreite dem Beobachter nicht einmal hinreichende Beschäftigung gestatteten. Je nach den mehr oder minder sternreichen Gegenden des Himmels, in denen man eben arbeitet, musste die Zonenbreite oft auf 20 und weniger Minuten, gewöhnlich auf 30′ herabgesetzt werden. Dadurch verminderten sich aber auch in selbem Masse die Chancen innerhalb der beobachteten Zone auf gut bestimmte Sterne zu stossen, die als Grundlage für die übrigen Positionen dienen konnten. In der That sah man sich in dieser Hinsicht bald auf Bestimmungen beschränkt, die selbst aus Zonenbeobachtungen abgeleitet waren, und daher die nöthige Sicherheit zu Fundamentalpunkten nicht besassen. Dies zwang mich den ursprünglichen Plan dahin abzuändern, dass man nicht mehr darauf zählte, in den vorhandenen Katalogen die zur Reduction nöthigen

Sterne zu finden, sondern dem hiesigen Meridiankreise die Bestimmung derjenigen Gestirne übertrug, deren man zu jenem Behufe bedurfte.

Wenn so die geringe Breite der einzelnen Zonen auf einer Seite eine Vermehrung der Arbeit bewirkte, so erreichte man anderseits den grossen Vortheil, den Grundsatz der Differentialbeobachtungen mehr als je gewahrt zu sehen. Bei so engem Spielraume war man vollkommen berechtigt, sich zu beruhigen, wenn die Instrumentalfehler überhaupt nur in gewissen Grenzen gehalten wurden, und durfte im Bereiche der Zone von dem gleichmässigen, somit ausser Beachtung kommenden Einflusse jener Fehler vollkommen überzeugt sein. Dadurch wird die Reduction sehr vereinfacht und die Anfertigung der betreffenden Täfelchen ungemein erleichtert.

Um ein Urtheil über die Sicherheit der mit diesem Apparate angestellten Beobachtungen zu erhalten, wurde am 24. und 29. Juli dieselbe Zone genommen. Die Differenzen der Durchgangszeiten am Mittelfaden, so wie die Unterschiede in der Declinationsbestimmung für jeden, beiden Abenden gemeinschaftlichen Stern mussten desto geringere Schwankungen zeigen, je mehr das Instrument seinem Zwecke entsprach. Man bekam so folgende Zusammenstellung:

Diff. d. Durchgangsz.	Abw. v. Mittel	Diff. d. Durchgangsz.	Abw. v. Mittel
+ 4ˢ00	— 0ˢ07	+ 4ˢ06	— 0ˢ01
4·00	— 0·07	4·00	— 0·07
3·87	— 0·20	4·18	+ 0·11
3·82	— 0·25	3·37	— 0·70
4·20	+ 0·13	4·00	— 0·07
3·87	— 0·20	3·93	— 0·14
4·35	+ 0·28	4·23	+ 0·16
3·93	— 0·14	4·30	+ 0·23
4·18	+ 0·11	3·69	— 0·38
4·04	— 0·03	4·00	— 0·07
4·00	— 0·07	4·22	+ 0·15
4·18	+ 0·11	3·87	— 0·20
3·97	— 0·10	4·28	+ 0·21
3·83	— 0·24	3·86	— 0·21
3·80	— 0·27	4·34	+ 0·27
3·59	— 0·48	3·50	— 0·57
4·00	— 0·07	4·00	— 0·07
4·04	— 0·03	4·00	— 0·07
4·00	— 0·07	3·60	— 0·47
3·97	— 0·10	4·10	+ 0·03
4·07	0·00	4·26	+ 0·19
4·00	— 0·07	4·18	+ 0·11
4·00	— 0·07	4·18	+ 0·11
3·86	— 0·21	4·04	— 0·03
4·25	+ 0·18	4·87	+ 0·80

Diff. d. Durchgangsz.	Abw. v. Mittel	Diff. d. Durchgangsz.	Abw. v. Mittel
+ $4^{s}00$	— $0^{s}07$	+ $3^{s}58$	— $0^{s}49$
3·73	— 0·34	3·81	— 0·26
4·44	+ 0·37	4·14	+ 0·07
3·92	— 0·15	4·13	+ 0·06
4·73	+ 0·66	4·15	+ 0·08
4·13	+ 0·06	4·00	— 0·07
4·30	+ 0·23	4·10	+ 0·03
4·56	+ 0·49	3·82	— 0·25
4·67	+ 0·60	3·94	— 0·13
4·23	+ 0·16	3·67	— 0·40
3·86	— 0·21	3·91	— 0·16
4·68	+ 0·61	4·54	+ 0·47
4·00	— 0·07	4·34	+ 0·27
4·16	+ 0·09	4·11	+ 0·04
4·03	— 0·04	4·06	— 0·01
4·18	+ 0·11	4·06	— 0·01
4·04	— 0·03	4·07	0·00
4·66	+ 0·59	4·30	+ 0·23
4·03	— 0·04	3·80	— 0·27
3·96	— 0·11	3·94	— 0·13
4·06	— 0·01	4·27	+ 0·20
		4·16	+ 0·09

Mittel aus 93 Vergleichungen + $4^{s}066$. W. F. einer Diff. ± $0^{s}18$.

Diff. in Decl.	Abw. v. Mittel	Diff. in Decl.	Abw. v. Mittel
— 1″0	+ 0″6	— 1″0	+ 0″6
— 1·0	+ 0·6	— 1·0	+ 0·6
— 0·5	+ 1·1	— 1·5	+ 0·1
0·0	+ 1·6	+ 1·5	+ 3·1
— 5·0	— 3·4	— 4·0	+ 2·4
— 1·0	+ 0·6	— 1·0	— 0·6
— 3·5	— 1·9	— 1·5	+ 0·1
— 1·5	+ 0·1	— 6·5	— 4·9
— 3·5	— 1·9	— 1·5	+ 0·1
— 2·5	— 0·9	— 2·0	— 0·4
— 3·0	— 1·4	— 2·0	— 0·4
— 1·0	+ 0·6	— 1·0	+ 0·6
— 4·0	— 2·4	— 2·5	— 0·9
— 3·5	— 1·9	— 2·0	— 0·4
— 1·5	+ 0·1	+ 0·5	+ 2·1
+ 1·0	+ 2·6	— 0·5	+ 1·1
— 3·5	— 1·9	0·0	+ 1·6
— 0·5	+ 1·1	+ 1·5	+ 3·1
— 1·5	+ 0·1	— 2·0	— 0·4
— 1·0	+ 0·6	— 1·5	+ 0·1
— 3·0	— 1·4	— 1·0	+ 0·6
— 3·5	— 1·9	+ 1·0	+ 2·6
— 2·5	— 0·9	— 1·5	+ 0·1
— 4·5	— 2·9	— 1·0	+ 0·6
— 2·5	— 0·9	— 3·5	— 1·9
— 3·5	— 1·9	— 2·0	— 0·4
— 1·5	+ 0·1	— 3·0	— 1·4
— 0·5	+ 1·1	— 2·0	— 0·4

Diff. in Decl.	Abw. v. Mittel	Diff. in Decl.	Abw. v. Mittel
— 3″0	— 1″4	— 0″5	+ 1″1
— 2·0	— 0·4	+ 1·5	+ 3·1
— 2·5	— 0·9	— 3·0	— 1·4
— 2·5	— 0·9	0·0	+ 1·6
+ 0·5	+ 2·1	— 1·0	+ 0·6
— 3·0	— 1·4	— 2·5	— 0·9
+ 1·0	+ 2·6	— 1·5	+ 0·1
— 1·5	+ 0·1	— 3·5	— 1·9
— 4·5	— 2·9	+ 0·5	+ 2·1
— 1·5	+ 0·1	0·0	— 1·6
— 0·5	+ 1·1	— 1·0	+ 0·6
— 4·5	— 2·9	+ 1·0	+ 2·6
— 5·0	— 3·4	— 2·0	— 0·4
— 1·5	+ 0·1	0·0	+ 1.6
— 3·0	— 1·4	— 3·5	— 1·9
— 1·0	+ 0·6	— 2·0	— 0·4
— 1·0	+ 0·6	0·0	+ 1·6
+ 1·0	+ 2·6	— 0·5	+ 1·1
— 2·0	— 0·4	— 2·0	— 0·4
		+ 1·0	+ 2·6

Mittel aus 95 Vergleichungen — 1″64. W. F. einer Diff. ± 1″1.

Ich glaube, dass man mit diesen Zahlen sehr zufrieden sein darf, und die Genauigkeit der hier abzuleitenden Positionen lediglich von der Verlässigkeit der in der Reduction zu Grunde gelegten Sterne abhängen, somit auf eine bedeutende Höhe wird gebracht werden können.